

SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP11220224
Publication date: 1999-08-10
Inventor: FUKUNAGA TOSHIAKI; WADA MITSUGI
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
- international: H01S3/18
- european:
Application number: JP19980317644 19981109
Priority number(s):

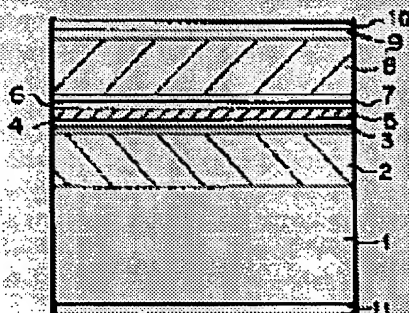
Also published as:

EP0920096 (A2)
US6127691 (A1)
EP0920096 (A3)
EP0920096 (B1)

Abstract of JP11220224

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability of a semiconductor laser of a wavelength of a 0.8- μ m band in high-output oscillation.

SOLUTION: An n-type Ga_{1-z}1 Al_z1 As clad layer 2, an n-type In_x1 Ga_{1-x}1 As_{1-y}1 Py₁ optical waveguide layer 3, an i-type In_x2 Ga_{1-x}2 As_{1-y}2 Py₂ tensile strain barrier layer 4, an In_x3 Ga_{1-x}3 As_{1-y}3 Py₃ quantum well active layer 5, an i-type In_x2 Ga_{1-x}2 As_{1-y}2 Py₂ tensile strain barrier layer 6, a p-type In_x1 Ga_{1-x}1 As_{1-y}1 Py₁ optical waveguide layer 7, a p-type Ga_{1-z}1 Al_z1 As clad layer 8 and a p-type GaAs contact layer 9 are successively formed on an n-type GaAs substrate 1. The layers 2 and 8 and the layers 3 and 7 are respectively formed in a compositional ratio which makes a lattice matching with the substrate 1, the total layer thickness of the layers 4 and 6 is formed into a thickness of 10 to 30 nm, and the compositions of the layers 4 and 6 are set on the conditions that the amount of strain of the tensile strains for the layers 4 and 6 be the amount of strain multiplied by the total layer thickness is equal to 0.05 to 0.2 nm.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

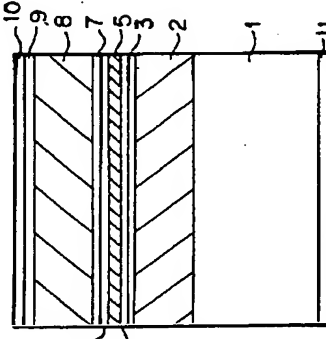
(19)日本特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開平11-220224

(43)公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51)IntCl. ⁴	種別記号	FI
H01S 3/18	677	H01S 3/18 677
審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 16 頁)		
(21)出願番号	特願平10-317644	(71)出願人
(22)出願日	平成10年(1998)11月9日	富士写真フイルム株式会社
(31)優先権主張番号	特願平9-323176	(72)発明者
(32)優先日	平9(1997)11月25日	福永 敏明
(33)優先権主張国	日本 (J P)	神奈川県足柄上郡調布町宮台708番地 富士写真フイルム株式会社内
		(72)発明者
		和 賢
		神奈川県足柄上郡調布町宮台708番地 富士写真フイルム株式会社内
		(74)代理人
		井理士 柳田 恒史 (外1名)

(54)【発明の名称】	半導体レーザ装置
(57)【要約】	【課題】 0.8 μm 帯の半導体レーザにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。 【解決手段】 n-GaAs 基板 1 上に、n-Ga _{1-x} Al _x As クラッド層 2、n-In _x Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 光導波層 3、i-In _x Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り歪バリ層 4、In _x Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層 5、i-In _x Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り歪バリ層 6、p-In _x Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層 7、p-Ga _{1-x} Al _x As クラッド層 8、p-GaAs コンタクト層 9 を順次形成する。そして各クラッド層 2、8 および各光導波層 3、7 はそれぞれ GaAs 基板 1 に格子整合する組成比とし、引張り歪バリ層 4、6 の合計層厚は 10~30 nm とし、また引張り歪バリ層 4、6 の組成は、引張り歪の歪量が、歪量×合計層厚=0.05~0.2 nm とするものとする。



(57)【要約】
【課題】 0.8 μm 帯の半導体レーザにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。
【解決手段】 n-GaAs 基板 1 上に、n-Ga_{1-x}Al_xAs クラッド層 2、n-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 光導波層 3、i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 2 引張り歪バリ層 4、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 3 量子井戸活性層 5、i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 2 引張り歪バリ層 6、p-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 1 光導波層 7、p-Ga_{1-x}Al_xAs クラッド層 8、p-GaAs コンタクト層 9 を順次形成する。そして各クラッド層 2、8 および各光導波層 3、7 はそれぞれ GaAs 基板 1 に格子整合する組成比とし、引張り歪バリ層 4、6 の合計層厚は 10~30 nm とし、また引張り歪バリ層 4、6 の組成は、引張り歪の歪量が、歪量×合計層厚=0.05~0.2 nm とするものとする。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 GaAs 基板上に、p および n 型の一方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 量子井戸活性層、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 第二クラッド層、第二光導波層、p 型および n 型の他方の導電性を有する第二クラッド層がこの順に積層されてなる半導体レーザ装置であって、

前記第一および第二クラッド層が前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、
前記第一および第二光導波層が前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、
前記第一および第二クラッド層が、前記 GaAs 基板に対して引張り歪を有する、合計層厚 10~30 nm の層であって、その引張り歪の歪量×合計層厚=0.05~0.2 nm を満たす組成からなり、

前記 In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 量子井戸活性層が、前記 GaAs 基板に格子整合する組成、もしくは、前記 GaAs 基板に対して 0.003 までの引張り歪を有する組成からなるものであることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 GaAs 基板上に、p 型および n 型の一方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 量子井戸活性層、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 第二クラッド層、第二光導波層、p 型および n 型の他方の導電性を有する第二クラッド層がこの順に積層されてなる半導体レーザ装置であって、前記第一および第二クラッド層が前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、
前記第一および第二光導波層が前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、
前記第一および第二クラッド層が、前記 GaAs 基板に対して引張り歪を有する、合計層厚 10~30 nm の層であって、その引張り歪の歪量×合計層厚=0.05~0.2 nm を満たす組成からなり、

前記 In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y 量子井戸活性層が、前記 GaAs 基板に格子整合する組成、もしくは、前記 GaAs 基板に対して 0.003 までの引張り歪を有する組成からなるものであることを特徴とする半導体レーザ装置。
【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は半導体レーザ装置に関し、詳しくは半導体レーザ装置を構成する半導体層の組成に関するものである。
【0002】
【従来の技術】 従来、0.7~0.85 μm 帯の半導体レーザとしては、n-GaAs 基板に、n-AlGaAs クラッド層、n または i-AlGaAs 光導波層、p-AlGaAs 活性層、p または i-AlGaAs 光導波層、p-AlGaAs クラッド層、p-GaAs キャップ層を積層してなる半導体レーザが一般的である。しかし、この構造では活性層に Al を含み、Al は化学的に活性で酸化さ

れやすいため、雰囲気中で形成した共振器端面が劣化しやすく、高信頼性という点で不利である。

【0003】 そこで、オール Al フリーとなる 0.8 μm 帯の半導体レーザとして、IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 6, No. 4 (1994) p. 465 に示されるように n-GaAs 基板上に、n-InGaP クラッド層、アンドープ InGaAsP 光導波層、GaAs 量子井戸活性層、アンドープ InGaAsP 光導波層、p-InGaP クラッド層、p-GaAs キャップ層からなる半導体レーザが提案されている。しかし、この Al フリーの半導体レーザは量子特性の温度依存性が大きく、最高の出力は 4.2 W と高いが、光出力 1 W 以上で漏れ電流の発生により発光効率が悪くなってくるという欠点を有しており、0.8 μm 近傍の短波長帯では高出力半導体レーザとしては実用上耐えないものである。

【0004】 一方、活性層が Al フリーとなる 0.8 μm 帯の半導体レーザとして、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 34 (1995) pp. L1175-L1177 に示されているような n-GaAs 基板に n-AlGaAs クラッド層、i-InGaP 光導波層、InGaAsP 量子井戸活性層、i-InGaP 光導波層、p-AlGaAs クラッド層、p-GaAs キャップ層からなる半導体レーザが報告されている。しかし、この半導体レーザは、キャリアのオーバーフローにより量子特性の温度特性が大きいという欠点を持っており、高出力発振時の駆動電流が増大し、発熱に伴う量子温度上昇による信頼性の劣化が生じる。

【0005】 また、IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 3, No. 2 (1997) p. 180 に、活性層として、基板に対して圧縮歪を有する組成比の GaInP 半導体を用い、該活性層の圧縮歪をキャンセルする以上の引張り歪を有する AlGaInP 層をサイドバリア層として備えて、レーザ素子の出射端面近傍で結晶構造緩和を生ぜしめ、端面におけるバンドギャップを大きくすることにより、レーザ発振時の光の吸収を小さくして端面での光吸収による素子の劣化を低減し、信頼性を向上した半導体レーザが提案されている。しかしながら、InGaAsP 系の活性層により 800 nm 帯の半導体レーザを構成しようとする場合、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 21 (1982) p. L323 に示すように InGaAsP 系の組成比とバンドギャップとの関係において相分離を起こす組成領域が、圧縮歪を有する組成比と重なるために、InGaAsP 系の半導体層により大きな圧縮歪を有する活性層を形成することが困難であり、上記文献に示されるような信頼性の高い半導体レーザを 800 nm 系半導体レーザにおいて実現することは困難である。

【0006】
【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記事情に鑑み、なされたものであって、耐久性があり、かつ、高出力発振下においても信頼性の高い 0.8 μm 帯の半導体レーザを提供することを目的とするものである。
【0007】
【課題を解決するための手段】 本発明による 1 つの半導

(5)

7
みとする。次に絶縁膜52aを除去してから、リッジ部および露出している上部第一クラッド層48の全面に絶縁膜53を形成する(同図(d))。次いで、通常のリソグラフィにより、絶縁膜53のリッジ部上表面に形成された部分を除去し(同図(e))、露出されたコンタクト層50を露うようにしてp側電極54を形成し、その後、基板41の研削を行いn側電極55を形成する(同図(f))。

【0029】その後、試料を劈開して形成した共振器面の一面に高反射率コート、他面に低反射率コートを行い、チップ化して半導体レーザ素子を形成する。上記構造により、単一モードを保ったまま、高いレベルの光出力のレーザ光を発生させることができる。

【0030】さらにまた、上記と同様のエッチング停止機構を用いて、3回の成長工程を繰り返すことにより埋め込み構造の屈折率導波レーザを作成することも可能である。

【0031】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図6は、本発明の第4の実施形態に係る半導体レーザの断面図である。この半導体レーザの構成を、作製方法と併せて説明する。

【0032】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板101上に、n-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層102、nまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層103、i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層104、In_{0.3}Ga_{0.7}As_{0.3}As_{0.7}量子井層105、i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層106、pまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層107、p-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層108、p-GaAsコンタクト層109を形成する。次いでコンタクト層109の上にp側電極110を形成し、その後基板101を研削してからn側電極111を形成する。

【0033】次に、試料を図の紙面に垂直な面で劈開して形成した2つの共振器面の方に高反射率コート、他方に低反射率コートを施して、本実施形態の半導体レーザが完成する。

【0034】本実施形態においても、量子井層104はGaAs基板101に格子整合する組成、あるいは、この基板101に対して歪量0.003までの引張り歪を有する組成とする。さらに量子井層105は多重量子井層構造であり、活性層の引張り歪と活性層の合計の厚み(合計層厚)との積は、0.1nm以内とする。

【0035】また、引張り歪バリ層106は、その合計層厚が10~30nmの範囲の所定の厚さで、歪量×合計層厚=0.05~0.2nmとなる組成とする。引張り歪バリ層は、3元のIn_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層であってよい。

【0036】本実施形態においても、上述の通りの構成を採用していることにより、既に説明した実施形態におけるのと同様の効果が得られる。

【0037】なおこの場合も、単純な全面電極形成型の

(6)

9
一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

【0045】上記構造により、単一モードを保ったまま、高いレベルの光出力0.8μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0046】以上は狭ストライプの単一モードレーザについて述べてきたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、4元のIn_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}から形成してもよい。

【0047】次に、本発明の第6の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程途中の状態と共に図8に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0048】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板141上に、n-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層142、nまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層143、i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層144、In_{0.3}Ga_{0.7}As_{0.3}As_{0.7}量子井層145、i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層146、pまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層147、p-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層148、p-GaAsコンタクト層149を順次積層し、さらにこのコンタクト層149上にSiO₂等の絶縁膜150を形成する(図8(a))。

【0049】この後、通常のリソグラフィにより、絶縁膜150の中央部に幅3μm程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状の絶縁膜150を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜150をマスクとしてウェットエッチングにより、pまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層147の上面までエピタキシャル層を除去してリッジストライプを形成する。

【0050】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層149をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層148を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層147の上面で自動的に停止する。

【0051】その後、選択成長により、クラッド層148より屈折率の小さい、厚みが1μm程度の、基板141に格子整合するn-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層151を形成する(同図(b))。

【0052】なおIn_{0.48}Ga_{0.52}P電流阻止層151の組成と、pまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層151の組成と、導波層151の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波層151において、単一モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような組成、厚みとする。【0053】次に絶縁膜150を除去して、p-GaAsコンタクト層152を形成し、さらにこのp-GaAsコンタクト層152の上にp側電極153を形成し、その後、基板141の研削を

10

行なってからn側電極154を形成する(同図(c))。【0054】次に、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

【0055】上記構造によりこの場合も、単一モードを保ったまま、高いレベルの光出力0.8μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0056】以上は狭ストライプの単一モードレーザについて述べてきたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、3元のIn_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}から形成してもよい。

【0057】次に、本発明の第7の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程途中の状態と共に図9に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0058】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板161上に、n-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層162、nまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層163、i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層164、In_{0.3}Ga_{0.7}As_{0.3}As_{0.7}量子井層165、i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{0.2}As_{0.8}量子井層166、pまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層167、p-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層168、p-In_{0.48}Ga_{0.52}P光導波層169、p-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層170、p-GaAsコンタクト層171を順次積層し、さらにこのp-GaAsコンタクト層171上にSiO₂等の絶縁膜172を形成する(図9(a))。なおIn_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層167、エッチング阻止層169は、基板161に格子整合し、かつ量子井層活性層165よりも、バンドギャップが大きい組成とする。

【0059】この後、通常のリソグラフィにより、絶縁膜172の中央部に幅3μm程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状の絶縁膜172を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜172をマスクとしてウェットエッチングにより、p-In_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層167、エッチング阻止層169の上面までエピタキシャル層を除去してリッジストライプを形成する。

【0060】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層171をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層170を除去すれば、エッチングがp-In_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層167の上面で自動的に停止する。

【0061】なお、pまたはi-In_{0.48}Ga_{0.52}P量子井層167およびp-In_{0.48}Ga_{0.52}Pクラッド層169の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波層8の厚みは、共振器の中央部の一方向による屈折率導波が高出力領域まで達成できるような厚みとする。

(7)

11
【0062】次に絶縁膜172を除去してから絶縁膜173を形成し(同図(b))、その後通常のリソグラフィによりリジストライアゲ上の絶縁膜173を除去して、その上にp側電極174を形成し、その後、基板161の研削を行なってp側電極174を形成する(同図(c))。

【0063】次に、材料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

10
【0064】上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0065】以上は従来ストラインの単一横モードレーザーについて述べたが、上記構造は幅広ストラインバルチモードにも適用できる。その場合、光導波層と上部第一ラッド層の合計の厚みは100~400nmの間に設定すればよい、また引張り歪バリ層は、3元のIn₂Ga_{1-x}2Pから形成してもよい。

【0066】図10は、本発明の第8の実施形態に係る半導体レーザーの断面図である。この半導体レーザーの構成を、作製方法と併せて説明する。

【0067】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板201上に、n-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層202、nまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層203、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層204、In_{0.36}Ga_{1-x}3As_{1-y}3P₃量子井戸活性層205、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層206、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層207、p-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層208、p-GaAsコンタクト層209を順次積層する。

【0068】次いでp-GaAsコンタクト層209の上にp側電極210を形成し、その後、基板201の研削を行なってからn側電極211を形成する。次に、材料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

【0069】上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0070】なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザーについて説明したが、上記の構成に絶縁膜ストラインを形成して利得増強型ストラインレーザーとしてもよい、さらに、本実施形態の半導体レーザーの半導体層構成を、通常のフォトリソグラフィやドライエッチングを用いて作製される、屈折率増強増付き半導体レーザー、回折格子付きの半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

【0071】また、上記実施形態では、GaAs基板はn型の導電性のもを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

(7)

12
【0072】さらに、活性層は多層量子井戸構造であってもよいが、活性層の引張り歪量と活性層の合計の厚み(合計層厚)との積は、0.1nm以内とする。また、引張り歪バリ層は、3元のIn₂Ga_{1-x}2P引張り歪バリ層層であってよい。

【0073】次に本発明の第9の実施形態に係る半導体レーザーの断面図を示す。この作製工程途中の状態と共に図11に示す。以下、この半導体レーザーの層構成を作製方法と併せて説明する。

10
【0074】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層222、nまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層223、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層224、In_{0.36}Ga_{1-x}3As_{1-y}3P₃量子井戸活性層225、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層226、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層227、p-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層228、p-GaAsコンタクト層229を順次積層し、さらにこのコンタクト層229上にSiO₂等の絶縁膜230を形成する(図11(a))。

20
【0075】その後、通常のリソグラフィにより、絶縁膜230の中央部に幅3 μm程度のストライン状部分を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライン状の絶縁膜230を除去する。そして、この残されたストライン状の絶縁膜230をマスクとしてエッチエッチングにより、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層227の上面までエッチエッチング層を除去してリソジストライアゲを形成する。

30
【0076】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層229をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層228を除去すれば、エッチングが止まり、または-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層227の上面で自動的に停止する。なお、または-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層227の厚みは、共振器の中央部のリソジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような厚みとする。

40
【0077】次に絶縁膜230を除去後、リソジ前および露出している光導波層227の全面に絶縁膜231を形成する(同図(b))。次いで、通常のリソグラフィにより、リソジストライアゲ上の絶縁膜231を除去し、露出したコンタクト層229を覆うようにしてp側電極232を形成し、その後、基板221の研削を行なってからn側電極233を形成する(同図(c))。

【0078】次に、材料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

【0079】上記構造により、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

(7)

13
【0080】以上は従来ストラインの単一横モードレーザーについて述べたが、上記構造は幅広ストラインバルチモードにも適用できる。その場合、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい、また引張り歪バリ層は、4元のIn₂Ga_{1-x}2As_{1-y}2P₂から形成してもよい。

【0081】次に、本発明の第10の実施形態に係る半導体レーザーの断面図を示す。この作製工程途中の状態と共に図12に示す。以下、この半導体レーザーの層構成を作製方法と併せて説明する。

10
【0082】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板241上に、n-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層242、nまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層243、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層244、In_{0.36}Ga_{1-x}3As_{1-y}3P₃量子井戸活性層245、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層246、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層247、p-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層248、p-GaAsコンタクト層249を順次積層し、さらにこのコンタクト層249上にSiO₂等の絶縁膜250を形成する(図12(a))。

20
【0083】この後、通常のリソグラフィにより、絶縁膜250の中央部に幅3 μm程度のストライン状部分を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライン状の絶縁膜250を除去する。そして、この残されたストライン状の絶縁膜250をマスクとしてエッチエッチングにより、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層247の上面までエッチエッチング層を除去してリソジストライアゲを形成する。

30
【0084】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層249をエッチングし、また塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層248を除去すれば、エッチングが止まり、または-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層247の上面で自動的に停止する。

【0085】その後、選択成長により、クラッド層248より屈折率の小さい、厚みが1 μm程度の、基板241に格子整合するn-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52P電流阻止層251を形成する(同図(b))。

40
【0086】なお、In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52P電流阻止層251の組成と、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層227の厚みは、共振器の中央部のリソジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような組成、厚みとする。

【0087】次に絶縁膜250を除去して、p-GaAsコンタクト層252を形成し、さらにこのp-GaAsコンタクト層252の上にp側電極253を形成し、その後、基板241の研削を行なってからn側電極254を形成する(同図(c))。

【0088】次に、材料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

(8)

14
【0089】上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0090】以上は従来ストラインの単一横モードレーザーについて述べたが、上記構造は幅広ストラインバルチモードにも適用できる。その場合、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい、また引張り歪バリ層は、3元のIn₂Ga_{1-x}2Pから形成してもよい。

10
【0091】次に、本発明の第11の実施形態に係る半導体レーザーの断面図を示す。この作製工程途中の状態と共に図13に示す。以下、この半導体レーザーの層構成を作製方法と併せて説明する。

20
【0092】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板261上に、n-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層262、nまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層263、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層264、In_{0.36}Ga_{1-x}3As_{1-y}3P₃量子井戸活性層265、i-In_{0.26}Al_{0.74}As_{1-y}2P₂引張り歪バリ層266、pまたは-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層267、p-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層268、p-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層269、エッチング阻止層(厚み10nm程度) 269、p-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層270、p-GaAsコンタクト層271を順次積層し、さらにこのp-GaAsコンタクト層271の上にSiO₂等の絶縁膜272を形成する(図13(a))。なお、In_{0.48}Ga_{1-x}4As_{1-y}4P₄エッチング阻止層269は、基板261に格子整合し、かつ量子井戸活性層265よりもバンドギャップが大きい組成とする。

30
【0093】この後、通常のリソグラフィにより、絶縁膜272の中央部に幅3 μm程度のストライン状部分を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライン状の絶縁膜272を除去する。そして、この残されたストライン状の絶縁膜272をマスクとしてエッチエッチングにより、p-In_{0.48}Ga_{1-x}4As_{1-y}4P₄エッチング阻止層269の上面までエッチエッチング層を除去してリソジストライアゲを形成する。

40
【0094】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層271をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層270を除去すれば、エッチングが止まり、または-In_{0.48}Ga_{1-x}1As_{1-y}1P₁光導波層267およびp-In_{0.48}(Al_{0.52}Ga_{1-x}2) 0.52Pラッド層268の厚みは、共振器の中央部のリソジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような厚みとする。

【0095】次に絶縁膜272を除去してから絶縁膜273を形成し(同図(b))、その後通常のリソグラフィによりリソジストライアゲ上の絶縁膜273を除去して、その上にp側電極274を形成し、その後、基板261の研削を行

50
50

(9)

15

なつてからn側電極275を形成する(図面(c))。
【0097】次に、材料を剥離して形成した共振器面の一、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザが完成する。

【0098】上記構造によりこの場合も、単一横モードを保つまま、高いレベルの光出力が0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0099】以上はポストライフの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広いストライプアルチモードにも適用できる。その場合、光導波管と上部クラッド層の合計の厚みは100~400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、3元のIn_{0.2}Ga_{0.8}Asより形成してもよい。また、この実施形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

【0100】さらに、以上説明した実施形態では特に量子井戸が単一で、光導波管相成が一定のSQW-SCHと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を複数とするMQWとしてもよい。

【0101】また、前記In_{0.2}Ga_{0.8}Asの活性層の組成比等を制御することにより、発波長は、750nm<λ<850nmの範囲で制御が可能である。

【0102】また、半導体の成長法としては上述の有機金属気相成長法の他、固体あるいはガスを原料とする分子線エピタキシャル成長法を用いてもよい。

【0103】なお、本発明の半導体レーザは高速な情報・画像処理および通信、計測、医療、印刷等の分野での光源としても応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による半導体レーザを示す断面図

【図2】上記第1実施形態による半導体レーザと比較例との最高光出力を示すグラフ

【図3】上記第1実施形態による半導体レーザと比較例との閾値電流の温度依存性を示すグラフ

【図4】本発明の第2実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図5】本発明の第3実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図6】本発明の第4実施形態による半導体レーザを示す断面図

【図7】本発明の第5実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図8】本発明の第6実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図9】本発明の第7実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図10】本発明の第8実施形態による半導体レーザ、

16

およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図11】本発明の第9実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図12】本発明の第10実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

【図13】本発明の第11実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

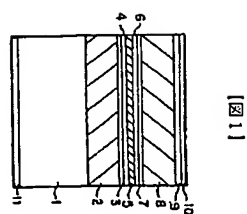
【符号の説明】

- 1 n-GaAs基板
- 2 n-Ga_{1-x}Al₂Asクラッド層
- 3 n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 4 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 5 In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
- 6 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 7 p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 8 p-Ga_{1-x}Al₂As クラッド層
- 9 p-GaAsコンタクト層
- 10 p側電極
- 11 n側電極
- 20 n-GaAs基板
- 22 n-Ga_{1-x}Al₂Asクラッド層
- 23 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 24 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 25 In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
- 26 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 27 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 28 p-Ga_{1-x}Al₂As上部第一クラッド層
- 29 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 エッチング阻止層
- 30 p-Ga_{1-x}Al₂As上部第二クラッド層
- 31 p-GaAsコンタクト層
- 34 p側電極
- 35 n側電極
- 41 n-GaAs基板
- 42 n-Ga_{1-x}Al₂Asクラッド層
- 43 n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 44 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 45 In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
- 46 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 47 p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 48 p-In_{0.4}(Ga_{1-x}Al₂)_{1-x}As_{0.2}P_{0.8} 上部第一クラッド層
- 49 p-In_{0.5}(Ga_{1-x}Al₂)_{1-x}As_{0.5}P_{0.5} 上部第二クラッド層
- 50 p-GaAsコンタクト層
- 54 p側電極
- 55 n側電極
- 101 n-GaAs基板
- 102 n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
- 103 n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
- 104 i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
- 105 In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層

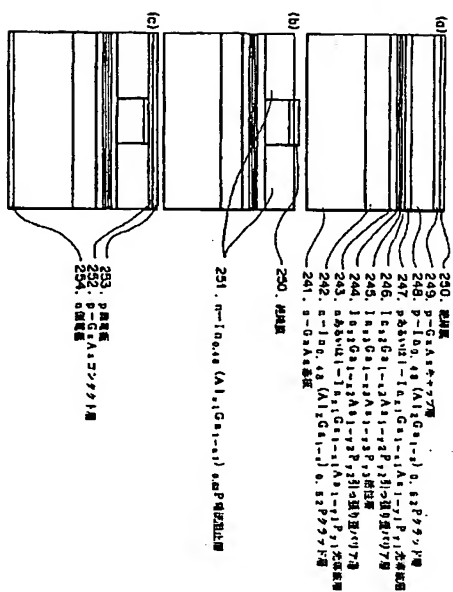
(10)

17

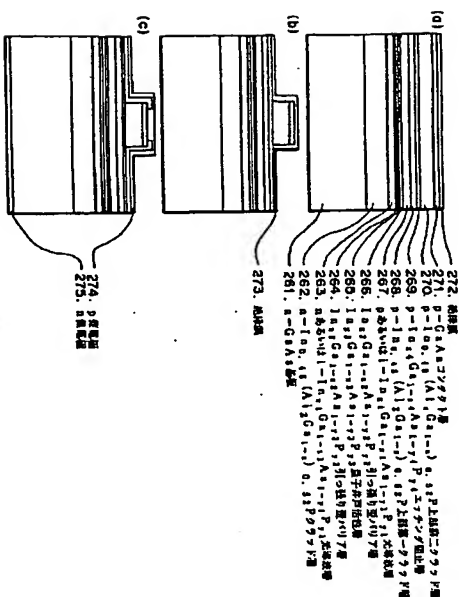
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
p-GaAsコンタクト層
p側電極
n側電極
n-GaAs基板
n-In_{0.4}As_{0.6}As_{0.4}クラッド層
n または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
In_{0.3}Ga_{0.7}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層
i-In_{0.2}Ga_{0.8}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層
p または i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波管
p-In_{0.4</}



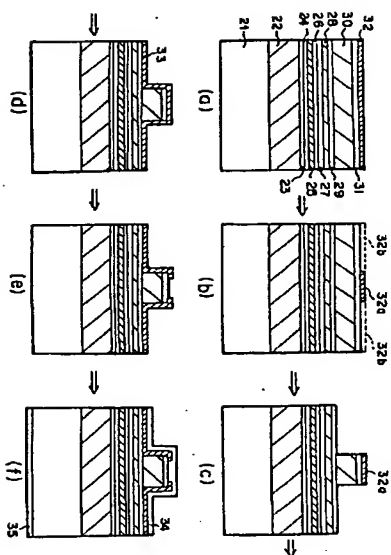
【圖】



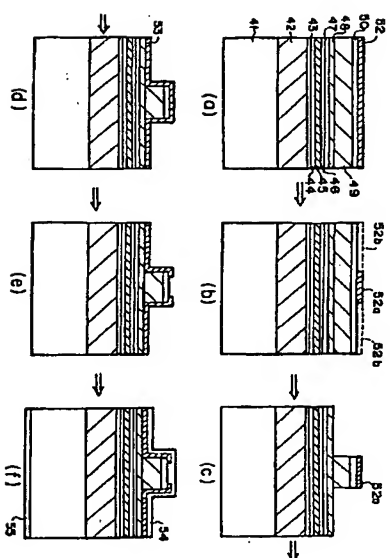
【図2】



【圖3】



【圖十】



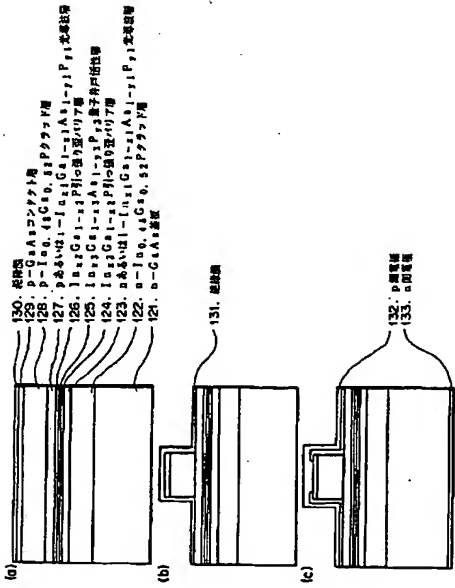
【例5】



【98】

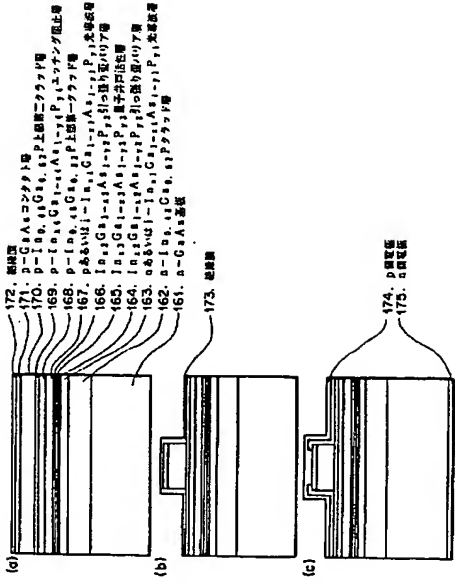
(13)

【図7】

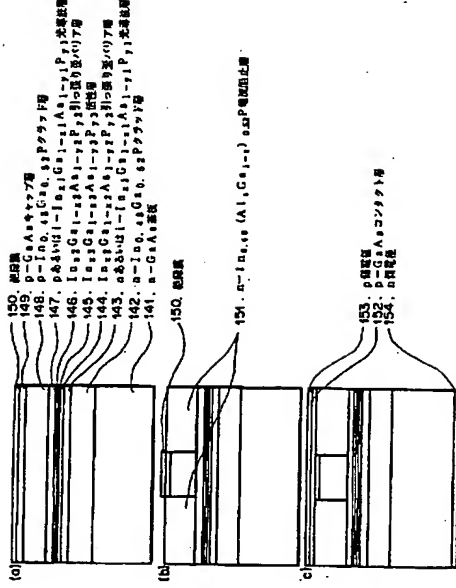


(14)

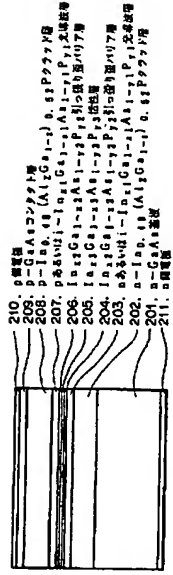
【図9】



【図8】

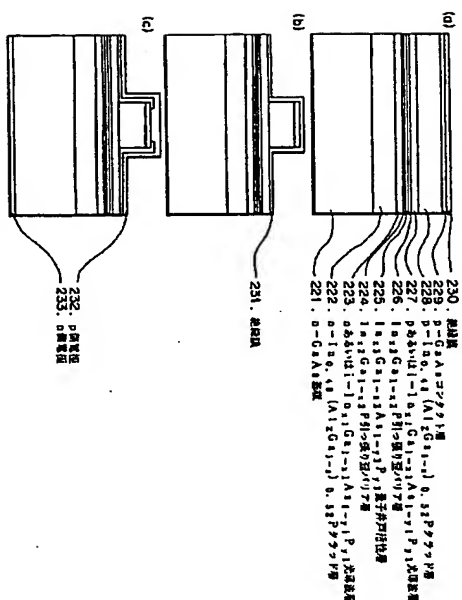


【図10】



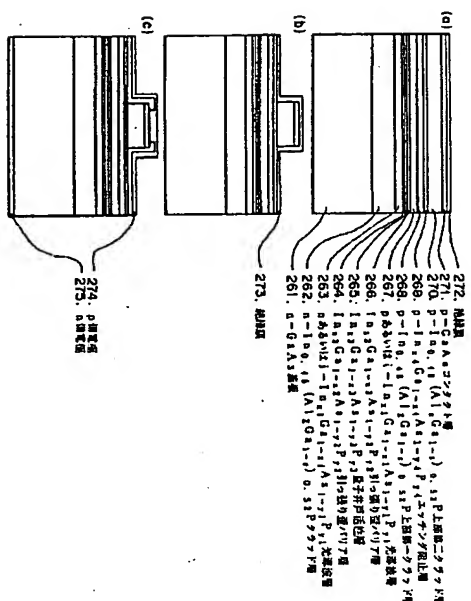
(15)

【図11】

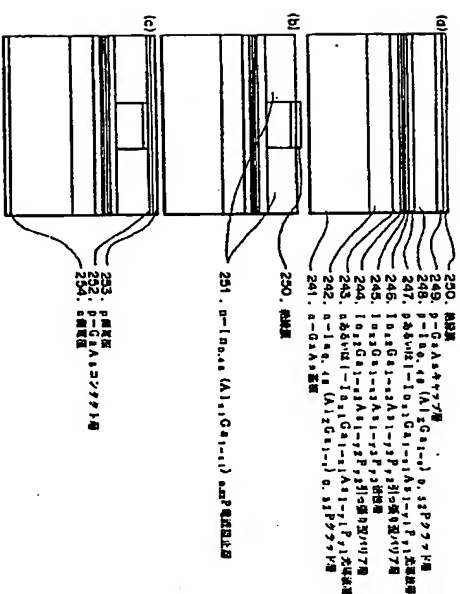


(16)

【図13】



【図12】



〔手続補正書〕

〔提出日〕平成10年11月16日

〔手続補正1〕

〔補正対象書類名〕明細書

〔補正対象項目名〕請求項1

〔補正方法〕変更

〔補正内容〕

〔請求項1〕 GaAs基板上に、pおよびn型の方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、 $\text{In}_2\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}_{1-y}\text{Sb}_y\text{P}_z$ 量子井戸活性層、 $\text{In}_2\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}_{1-y}\text{Sb}_y\text{P}_z$ 量子井戸活性層、 $\text{In}_2\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}_{1-y}\text{Sb}_y\text{P}_z$ 量子井戸活性層、第二クラッド層、第二光導波層、p型およびn型の他方の導電性を有する第二クラッド層がこの順に積層されてなる半導体レーザ装置であって、

前記第一および第二クラッド層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、
 前記第一および第二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、
 前記第一および第二クラッド層が、前記GaAs基板に対して引張り歪を有する、合計層厚10～30nmの層であって、その引張り歪の歪量×合計層厚＝0.05～0.2nmを満たす組成からなり、
 前記 $\text{In}_2\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}_{1-y}\text{Sb}_y\text{P}_z$ 量子井戸活性層が、前記GaAs基板に格子整合する組成、もしくは、前記GaAs基板に対して0.003までの引張り歪を有する組成からなるものであることを特徴とする半導体レーザ装置。